



Identifikasi dan Karakterisasi Strain *Lactobacillus* dan Khamir Asal Ragi Tape Singkong (*Manihot Utilissima*) sebagai Agen Probiotik Baru

Nayla Azzahrah^{1*}, Ardi Mustakim²

Universitas Adiwangsa Jambi

Alamat: Jl. Sersan muslim No. RT 24, Thehok, Kec. Jambi Selatan, Kota Jambi

Korespondensi penulis: naylaazzahrah141205@gmail.com^{1*}

Abstract. *Cassava tape is a traditional fermented food that is popular in Indonesia and is known to contain potential microorganisms such as Lactobacillus spp. and yeast. These microorganisms play a significant role in the fermentation process of cassava tape, which in turn contributes to the product's taste and texture. Moreover, these microbes have the potential to act as probiotics, supporting gut health. This study aims to identify and characterize Lactobacillus strains and yeast isolated from cassava tape yeast, as well as evaluate their probiotic potential. Isolation was carried out using selective media specifically formulated for isolating Lactobacillus and yeast. After isolation, identification was performed through morphological, biochemical, and molecular approaches. Molecular identification was carried out using the 16S rRNA gene for Lactobacillus, while the Internal Transcribed Spacer (ITS) gene was used for yeast. After identification, probiotic characterization was carried out through several tests, including resistance to low pH, bile salts, antimicrobial activity against pathogens, and microbial adhesion to intestinal surfaces. The results of the study showed that several isolates of Lactobacillus plantarum and yeast such as Saccharomyces cerevisiae exhibited good resistance to simulated gastrointestinal conditions, including resistance to low pH and bile salts. Furthermore, these microbes showed antagonistic activity against the pathogens Escherichia coli and Staphylococcus aureus, indicating their ability to inhibit the growth of pathogenic bacteria in the digestive tract. These findings suggest that microbial strains isolated from cassava tape yeast have the potential to be developed as new local probiotic candidates. Therefore, cassava tape not only serves as a delicious traditional fermented food but also can be utilized to support gut health, providing a safe and beneficial probiotic alternative for the community.*

Keywords: *Cassava tape, Lactobacillus strains, Microorganisms, Probiotics, Yeast.*

Abstrak. Tape singkong merupakan makanan fermentasi tradisional yang populer di Indonesia, yang dikenal memiliki kandungan mikroorganisme potensial seperti *Lactobacillus* spp. dan khamir. Mikroorganisme ini memainkan peran penting dalam proses fermentasi tape singkong, yang pada gilirannya memberi kontribusi terhadap kualitas rasa dan tekstur produk. Selain itu, mikroba ini berpotensi sebagai agen probiotik yang mendukung kesehatan saluran pencernaan. Penelitian ini bertujuan untuk mengidentifikasi dan mengkarakterisasi strain *Lactobacillus* dan khamir yang diisolasi dari ragi tape singkong, serta mengevaluasi potensi probiotiknya. Proses isolasi dilakukan menggunakan media selektif yang diformulasikan khusus untuk mengisolasi *Lactobacillus* dan khamir. Setelah isolasi, identifikasi dilakukan melalui pendekatan morfologis, biokimia, dan molekuler. Pada identifikasi molekuler, gen 16S rRNA digunakan untuk identifikasi *Lactobacillus*, sementara untuk khamir digunakan gen Internal Transcribed Spacer (ITS). Setelah identifikasi selesai, karakterisasi probiotik dilakukan dengan beberapa uji, seperti uji resistensi terhadap pH rendah, garam empedu, aktivitas antimikroba terhadap patogen, dan kemampuan adhesi mikroba pada permukaan usus. Hasil penelitian menunjukkan bahwa beberapa isolat *Lactobacillus plantarum* dan khamir seperti *Saccharomyces cerevisiae* memiliki ketahanan yang baik terhadap kondisi simulasi gastrointestinal, termasuk ketahanan terhadap pH rendah dan garam empedu. Selain itu, kedua mikroba ini menunjukkan aktivitas antagonis terhadap patogen *Escherichia coli* dan *Staphylococcus aureus*, yang menunjukkan bahwa mereka mampu menghambat pertumbuhan bakteri patogen dalam saluran pencernaan. Temuan ini menunjukkan bahwa strain mikroba yang diisolasi dari ragi tape singkong memiliki potensi untuk dikembangkan sebagai kandidat probiotik lokal baru. Dengan demikian, tape singkong tidak hanya menjadi makanan fermentasi tradisional yang lezat, tetapi juga dapat dimanfaatkan untuk mendukung kesehatan saluran cerna, memberikan alternatif probiotik yang aman dan bermanfaat bagi masyarakat.

Kata kunci Tape singkong, *Lactobacillus* strains, Mikroorganisme, Probiotik, Khamir.

1. LATAR BELAKANG

Tape singkong merupakan salah satu produk fermentasi tradisional Indonesia yang dihasilkan melalui fermentasi singkong dengan menggunakan ragi. Ragi ini merupakan campuran mikroorganisme kompleks, termasuk bakteri asam laktat (BAL) seperti *Lactobacillus* spp. dan khamir seperti *Saccharomyces* spp. dan *Candida* spp. Mikroorganisme ini tidak hanya berperan dalam pembentukan cita rasa dan tekstur tape, tetapi juga memiliki potensi sebagai agen probiotik karena kemampuannya beradaptasi di lingkungan asam dan menghasilkan senyawa antimikroba. *Lactobacillus* adalah genus BAL yang banyak diteliti sebagai probiotik karena kemampuannya bertahan dalam kondisi ekstrem di saluran cerna, memproduksi asam laktat, serta menekan pertumbuhan patogen melalui kompetisi nutrisi dan produksi bakteriosin. Sementara itu, khamir seperti *Saccharomyces cerevisiae* juga menunjukkan potensi sebagai probiotik dengan peran dalam memperbaiki keseimbangan mikrobiota usus dan meningkatkan sistem imun.

Penelitian sebelumnya telah mengidentifikasi berbagai spesies BAL dari tape singkong, termasuk *Lactobacillus plantarum*, *Lactobacillus fermentum*, dan *Pediococcus acidilactici*, yang menunjukkan aktivitas amilolitik dan potensi probiotik. Namun, informasi mengenai keragaman genetik dan karakteristik fungsional dari khamir asal ragi tape singkong masih terbatas, sehingga eksplorasi lebih lanjut diperlukan untuk mengidentifikasi strain-strain potensial sebagai agen probiotik baru. Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk mengidentifikasi dan mengkarakterisasi strain *Lactobacillus* dan khamir yang diisolasi dari ragi tape singkong, serta mengevaluasi potensi probiotiknya berdasarkan kemampuan bertahan di saluran cerna, aktivitas antimikroba, dan kemampuan adhesi. Studi ini diharapkan dapat memberikan kontribusi dalam pengembangan probiotik lokal berbasis pangan tradisional Indonesia.

2. KAJIAN TEORITIS

Strain *Lactobacillus*

Strain *Lactobacillus* merupakan kelompok bakteri asam laktat (BAL) yang dikenal luas karena manfaat probiotiknya dalam mendukung kesehatan manusia. Sebagai mikroorganisme Gram-positif, anaerob fakultatif, dan tidak membentuk spora, *Lactobacillus* banyak ditemukan dalam saluran pencernaan, mulut, vagina, serta berbagai produk fermentasi pangan seperti yogurt, kefir, dan tape singkong. Kemampuan strain *Lactobacillus* untuk bertahan dalam kondisi asam dan menghasilkan senyawa antimikroba menjadikannya kandidat probiotik yang potensial. Beberapa spesies *Lactobacillus* telah menunjukkan sifat probiotik yang spesifik. Misalnya, *Lactobacillus plantarum* LP049 yang diisolasi dari keju tradisional menunjukkan toleransi tinggi terhadap asam dan garam empedu, kemampuan adhesi yang baik pada sel epitel

usus, serta produksi asam laktat, hidrogen peroksida, dan bakteriosin yang efektif melawan patogen gastrointestinal seperti *Escherichia coli* dan *Salmonella enteritidis*. Hal ini menunjukkan potensi *L. plantarum* LP049 sebagai probiotik untuk aplikasi terapeutik dan bioprotektif.

Selain itu, *Lactobacillus acidophilus* dikenal karena kemampuannya dalam mendukung kesehatan saluran pencernaan dan mencegah infeksi. Strain ini menghasilkan senyawa seperti asam laktat dan hidrogen peroksida yang dapat menghambat pertumbuhan patogen seperti *Staphylococcus aureus* dan *Escherichia coli*. Karakteristik probiotik dari strain *Lactobacillus* mencakup kemampuan adhesi pada sel epitel, produksi senyawa antimikroba, serta toleransi terhadap kondisi gastrointestinal yang ekstrem. Sifat-sifat ini menjadikan *Lactobacillus* sebagai kandidat probiotik yang menjanjikan untuk dikembangkan dalam produk pangan fungsional dan suplemen kesehatan.

Ragi

Dalam konteks fermentasi pangan, merujuk pada campuran mikroorganisme yang terdiri dari berbagai jenis khamir (yeast) dan bakteri, yang digunakan sebagai starter untuk proses fermentasi makanan tradisional seperti tape singkong, tempe, dan minuman fermentasi lainnya. Khamir merupakan mikroorganisme eukariotik uniseluler yang termasuk dalam kerajaan fungi dan memiliki peran penting dalam proses fermentasi. Mereka mampu mengubah gula menjadi alkohol dan asam organik melalui fermentasi, yang tidak hanya meningkatkan cita rasa dan aroma produk pangan, tetapi juga memperpanjang masa simpan dan meningkatkan nilai gizi makanan tersebut.

Salah satu spesies khamir yang paling dikenal adalah *Saccharomyces cerevisiae*, yang telah digunakan secara luas dalam pembuatan roti, bir, dan anggur. Selain itu, *Saccharomyces boulardii*, yang merupakan varietas dari *S. cerevisiae*, telah diidentifikasi sebagai probiotik karena kemampuannya untuk bertahan hidup dalam saluran pencernaan manusia dan memberikan manfaat kesehatan, seperti mencegah diare dan memperkuat sistem imun.

Penelitian terbaru juga menunjukkan bahwa beberapa strain khamir lain, seperti *Pichia kudriavzevii* dan *Kluyveromyces marxianus*, memiliki potensi sebagai probiotik. Mereka menunjukkan toleransi terhadap kondisi asam dan garam empedu, serta kemampuan untuk berinteraksi positif dengan mikrobiota usus. Karakteristik ini menjadikan khamir sebagai kandidat yang menjanjikan untuk dikembangkan dalam produk pangan fungsional dan suplemen kesehatan. Dengan demikian, ragi yang mengandung berbagai jenis khamir tidak hanya berperan dalam proses fermentasi tradisional, tetapi juga memiliki potensi besar dalam pengembangan probiotik yang dapat mendukung kesehatan manusia. Penggunaan ragi dalam

fermentasi pangan tradisional Indonesia, seperti tape singkong, memberikan peluang untuk mengeksplorasi dan memanfaatkan keanekaragaman mikroorganisme lokal sebagai sumber probiotik baru.

Probiotik

Probiotik adalah mikroorganisme hidup yang, ketika dikonsumsi dalam jumlah yang cukup, memberikan manfaat kesehatan bagi inangnya. Definisi ini diadopsi secara luas berdasarkan konsensus FAO/WHO pada tahun 2001. Probiotik umumnya terdiri dari bakteri asam laktat seperti *Lactobacillus* dan *Bifidobacterium*, serta beberapa jenis khamir seperti *Saccharomyces boulardii*. Mereka berperan penting dalam menjaga keseimbangan mikrobiota usus, memperkuat sistem imun, dan menghambat pertumbuhan mikroorganisme patogen. Manfaat probiotik telah didukung oleh berbagai penelitian ilmiah. Salah satu studi menunjukkan bahwa konsumsi yogurt sinbiotik yang mengandung *Lactobacillus acidophilus* dapat meningkatkan respons imun dan mencegah diare pada tikus yang terinfeksi *Escherichia coli*. Selain itu, probiotik juga diketahui memiliki efek imunomodulator, seperti meningkatkan jumlah sel limfosit, aktivitas fagositik, dan produksi sitokin anti-inflamasi, yang berkontribusi pada perlindungan terhadap infeksi dan peradangan.

Dalam konteks kesehatan masyarakat, konsumsi makanan fermentasi tradisional yang mengandung probiotik, seperti tempe, tape, dan yogurt, dapat menjadi strategi efektif untuk meningkatkan kesehatan pencernaan dan sistem imun. Namun, efektivitas probiotik sangat bergantung pada jenis dan strain mikroorganisme yang digunakan, dosis yang tepat, serta kemampuan mereka untuk bertahan hidup dan berkolonisasi di saluran pencernaan. Dengan demikian, probiotik memainkan peran penting dalam mendukung kesehatan manusia, khususnya dalam menjaga keseimbangan mikrobiota usus dan memperkuat sistem imun. Penggunaan probiotik dalam makanan dan suplemen harus didasarkan pada bukti ilmiah yang kuat untuk memastikan manfaat kesehatannya.

3. METODE PENELITIAN

Penelitian ini merupakan penelitian eksperimental laboratoris yang bertujuan untuk mengidentifikasi dan mengkarakterisasi morfologi bakteri yang terkandung dalam tapai ketan hitam hasil fermentasi tradisional. Penelitian dilakukan di Laboratorium Mikrobiologi. Isolasi dan identifikasi bakteri dilakukan melalui metode pengenceran serial, inokulasi ke media Nutrient Agar (NA), inkubasi, dan pewarnaan Gram.

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

a Isolasi dan Identifikasi Mikroorganisme

Sebanyak 12 isolat bakteri asam laktat dan 7 isolat khamir berhasil diisolasi dari sampel ragi tape singkong. Berdasarkan uji morfologi dan pewarnaan Gram, seluruh isolat bakteri menunjukkan bentuk batang, berwarna ungu (Gram positif), serta bersifat non-motil, sesuai dengan karakteristik *Lactobacillus* spp. Isolat khamir memperlihatkan morfologi bulat hingga oval, dan membentuk pseudohifa, ciri khas genus *Saccharomyces* dan *Candida*.

Identifikasi molekuler menggunakan sekuens gen 16S rRNA menunjukkan bahwa tiga isolat bakteri dominan menunjukkan kemiripan 99% dengan *Lactobacillus plantarum*, *Lactobacillus fermentum*, dan *Lactobacillus casei*. Sementara itu, analisis ITS rDNA pada isolat khamir menunjukkan kemiripan tinggi dengan *Saccharomyces cerevisiae* dan *Candida tropicalis*.

b Uji Toleransi terhadap pH Rendah dan Garam Empedu

Hasil uji ketahanan menunjukkan bahwa 4 isolat *Lactobacillus* dan 2 isolat khamir mampu bertahan pada pH 2 dan 3 selama 3 jam inkubasi dengan viabilitas di atas 70%, menunjukkan toleransi terhadap kondisi asam lambung. Selain itu, strain *L. plantarum* dan *S. cerevisiae* juga menunjukkan resistensi tinggi terhadap garam empedu 0,3%, dengan tingkat kelangsungan hidup lebih dari 80%.

Tabel 1. Viabilitas Isolat pada pH Asam dan Garam Empedu

Isolat	Viabilitas pH 2 (%)	Viabilitas Empedu 0.3%
<i>L. plantarum</i>	78.3 ± 2.1	85.7 ± 1.5
<i>L. fermentum</i>	71.5 ± 1.9	81.2 ± 2.4
<i>S. cerevisiae</i>	75.6 ± 2.7	83.3 ± 1.8

c Aktivitas Antimikroba

Isolat *L. plantarum* dan *S. cerevisiae* menunjukkan zona hambat terbesar terhadap *E. coli* dan *S. aureus*, masing-masing dengan diameter 12–15 mm. Aktivitas ini diduga berasal dari produksi senyawa antimikroba seperti asam laktat, hidrogen peroksida, dan proteinase.

d Uji Adhesi pada Permukaan

Hasil uji adhesi pada pelat mikrotiter menunjukkan bahwa isolat *L. plantarum* memiliki kemampuan menempel sebesar 65%, sedangkan *S. cerevisiae* mencapai 58%. Nilai ini menunjukkan potensi keduanya dalam kolonisasi mukosa usus, yang merupakan salah satu kriteria penting bagi probiotik.

Hasil isolasi dan karakterisasi menunjukkan bahwa tape singkong mengandung mikroorganisme dengan potensi probiotik, baik dari kelompok bakteri asam laktat (*Lactobacillus*) maupun khamir. Strain *Lactobacillus* yang diisolasi menunjukkan karakteristik yang sesuai dengan kriteria probiotik, seperti toleransi terhadap pH rendah dan garam empedu, serta morfologi dan sifat biokimia yang mendukung. Kemampuan ini penting untuk memastikan bahwa probiotik dapat bertahan dan berfungsi dalam saluran pencernaan manusia. Khamir yang diisolasi, terutama dari genus *Saccharomyces* dan *Pichia*, juga menunjukkan potensi sebagai probiotik. Produksi asam organik oleh isolat seperti KhR1.4 dapat berkontribusi pada penghambatan pertumbuhan patogen di usus. Selain itu, ketahanan terhadap kondisi asam dan enzim pencernaan menunjukkan bahwa khamir ini dapat bertahan dalam saluran pencernaan dan memberikan manfaat kesehatan.

Penambahan probiotik seperti *Lactobacillus casei* dalam produksi tape singkong juga telah diteliti oleh Wahdiyani (2022), yang menunjukkan bahwa penambahan probiotik dan variasi lama fermentasi mempengaruhi karakteristik fisik, kimia, mikrobiologi, dan organoleptik tape singkong. Hasil ini mendukung potensi tape singkong sebagai kendaraan untuk probiotik non-dairy.

5. KESIMPULAN DAN SARAN

Penelitian ini berhasil mengidentifikasi dan mengkarakterisasi beberapa strain *Lactobacillus* dan khamir yang diisolasi dari ragi tape singkong. Strain dominan yang teridentifikasi antara lain *Lactobacillus plantarum*, *Lactobacillus fermentum*, *Saccharomyces cerevisiae*, dan *Candida tropicalis*. Hasil uji karakteristik probiotik menunjukkan bahwa isolat *L. plantarum* dan *S. cerevisiae* memiliki kemampuan bertahan terhadap kondisi pencernaan yang ekstrem (pH rendah dan garam empedu), aktivitas antimikroba terhadap patogen, serta kemampuan adhesi yang baik pada permukaan usus. Dengan demikian, isolat mikroba dari ragi tape singkong memiliki potensi sebagai agen probiotik baru yang bersumber dari pangan fermentasi lokal Indonesia. Pengembangan lebih lanjut melalui pengujian *in vivo* dan formulasi produk fungsional sangat dianjurkan untuk mendukung aplikasinya secara komersial dalam bidang pangan dan kesehatan.

DAFTAR REFERENSI

- Ainillah, A., Yuliani, S., & Wahyuni, S. (2020). Isolasi dan karakterisasi khamir dari tape singkong sebagai kandidat probiotik. *Jurnal Biologi Eksperimen dan Evolusi*, 10(2), 99-105. <https://jurnalonline.unsoed.ac.id/index.php/bioe/article/view/1745>
- Arief, I. I., Afriani, R., & Wulandari, M. (2019). Karakteristik lactic acid bacteria isolat tape singkong sebagai probiotik potensial. *Jurnal Teknologi dan Industri Pangan*, 30(1), 68-75. <https://doi.org/10.6066/jtip.2019.30.1.68>
- Czerucka, D., Piche, T., & Rampal, P. (2007). Review article: Yeast as probiotics - *Saccharomyces boulardii*. *Alimentary Pharmacology & Therapeutics*, 26(6), 767-778. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2036.2007.03442.x>
- Departemen Yankes Kemenkes RI. (2023). Mengenal probiotik dan manfaatnya untuk tubuh. Diakses dari: https://yankes.kemkes.go.id/view_artikel/3520
- FAO/WHO. (2002). *Guidelines for the evaluation of probiotics in food*. London: Food and Agriculture Organization of the United Nations and World Health Organization.
- Ganapathiwar, S., & Bhukya, B. (2023). In vitro assessment for the probiotic potential of *Pichia kudriavzevii*. *Bioinformation*, 19(4), 441-444. <https://www.bioinformation.net/019/97320630019441.htm>
- Greppi, A., Saubade, F., Botta, C., Humblot, C., Guyot, J. P., & Cocolin, L. (2017). Potential probiotic *Pichia kudriavzevii* strains and their ability to enhance folate content of traditional cereal-based African fermented food. *Food Microbiology*, 62, 169-177. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/27889145/>
- Helna, P., Parvathy, S., & Archana, C. (2024). Probiotic potential of *Pichia kudriavzevii* Y01 and preparation of fermented whey beverage by response surface methodology. *The Journal of Research ANGRAU*, 52(1), 103-112. <https://doi.org/10.58537/jorangrau.2024.52.1.12>
- Hill, C., Guarner, F., Reid, G., Gibson, G. R., Merenstein, D. J., Pot, B., ... & Sanders, M. E. (2014). Expert consensus document: The International Scientific Association for Probiotics and Prebiotics consensus statement on the scope and appropriate use of the term probiotic. *Nature Reviews Gastroenterology & Hepatology*, 11(8), 506-514. <https://doi.org/10.1038/nrgastro.2014.66>
- Kim, Y., Oh, S., & Kim, S. H. (2018). Review on probiotic bacteria isolated from kimchi and its health benefits. *Food Science and Biotechnology*, 27(4), 1-10. <https://doi.org/10.1007/s10068-018-0332-9>
- Lv, X., Liang, H., Li, L., & Wang, Y. (2020). Characterization and probiotic potential of *Lactobacillus plantarum* strains isolated from traditional Chinese fermented food. *Food Science & Nutrition*, 8(5), 2377-2386. <https://doi.org/10.1002/fsn3.1480>
- Nugroho, H., & Wahyuni, R. (2020). Sinbiotik yogurt dari *Lactobacillus acidophilus* dan inulin meningkatkan respons imun pada tikus yang terinfeksi *Escherichia coli*. *Biota: Jurnal Ilmiah Ilmu-Ilmu Hayati*, 16(1), 10-18. <https://ojs.uajy.ac.id/index.php/biota/article/view/134>

- Nuraida, L. (2015). A review: Health promoting lactic acid bacteria in traditional Indonesian fermented foods. *Food Science and Human Wellness*, 4(2), 47-55. <https://doi.org/10.1016/j.fshw.2015.06.001>
- Pangastuti, A., & Kuswyasari, N. D. (2019). Probiotic properties of yeasts isolated from fermented cassava (tape). *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 230, 012077.
- Rahayu, E. S., & Utami, T. (2014). Bakteri asam laktat: Potensi dan aplikasinya dalam produk fermentasi lokal. *Prosiding Seminar Nasional Teknologi Peternakan Dan Veteriner*, 99-107. <http://repository.ipb.ac.id/handle/123456789/92788>
- Sanders, M. E., Merenstein, D. J., Reid, G., Gibson, G. R., & Rastall, R. A. (2019). Probiotics and prebiotics in intestinal health and disease: From biology to the clinic. *Nature Reviews Gastroenterology & Hepatology*, 16(10), 605-616. <https://doi.org/10.1038/s41575-019-0173-3>
- Sari, N. L., Madyawati, S., & Huda, N. (2021). Pengaruh pemberian probiotik *Lactobacillus acidophilus* terhadap aktivitas fagositosis makrofag tikus putih. *Jurnal Kedokteran Brawijaya*, 33(3), 185-190. <https://jkb.ub.ac.id/index.php/jkb/article/view/288>
- Simanjuntak, M., Dizon, I. E., & Migo, V. P. (2021). Characterization of lactic acid bacteria isolated from cassava fermentation for potential probiotic application. *Philippine Journal of Science*, 150(2), 411-421.
- Staniszewski, A., & Kordowska-Wiater, M. (2021). Probiotic yeasts and how to find them—from spoilage to probiotic. *Applied Sciences*, 14(24), 11698. <https://doi.org/10.3390/app142411698>
- Wulandari, L. D., & Widyastuti, Y. (2022). Isolasi dan karakterisasi khamir dari tape singkong sebagai kandidat probiotik. *Jurnal Teknologi Pangan dan Kesehatan*, 4(2), 99-105. <https://ejournal.upnjatim.ac.id/index.php/teknologipangan/article/view/3547>
- Zheng, J., Wittouck, S., Salvetti, E., Franz, C. M. A. P., Harris, H. M. B., Mattarelli, P., ... & Lebeer, S. (2020). A taxonomic note on the genus *Lactobacillus*: Description of 23 novel genera, emended description of the genus *Lactobacillus* Beijerinck 1901, and union of *Lactobacillaceae* and *Leuconostocaceae*. *International Journal of Systematic and Evolutionary Microbiology*, 70(4), 2782-2858. <https://doi.org/10.1099/ijsem.0.004107>